



DE 197 13 630 A 1

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenl ungungsschrift
10 DE 197 13 630 A 1

51 Int. Cl.⁶:
G 02 B 6/35
G 02 B 6/36
G 02 B 26/02

21 Aktenzeichen: 197 13 630.3
22 Anmeldetag: 2. 4. 97
43 Offenlegungstag: 8. 10. 98

71 Anmelder:
Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH, 55129 Mainz, DE

74 Vertreter:
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

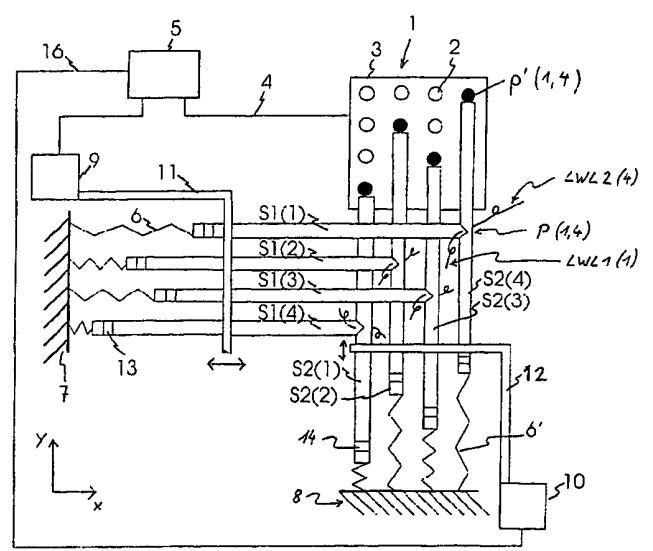
72 Erfinder:
Ehrfeld, Wolfgang, Prof., 55124 Mainz, DE; Lehr, Heinz, Dr., 55131 Mainz, DE; Picard, Antoni, Dr., 55270 Essenheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:
EP 05 67 143 A1
WO 91 10 150 A1
SOREF, Richard, A.: Electrooptic 4 X 4 switch for multimode fiber-optic systems. In: APPLIED OPTICS, Vol. 21, No. 8, 15. April 1982, S.1386-1393;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Matrixschalter

57 Ein Matrixschalter für Lichtwellenleiter weist in Zeilen angeordnete Schlitten (S1(n)), an denen jeweils ein Eingangslichtwellenleiter (LWL1(n)) befestigt ist, und in Spalten angeordnete Schlitten (S2(m)) auf, an denen jeweils ein Ausgangslichtwellenleiter (LWL2(m)) befestigt ist. Die Schlitten mit den Lichtwellenleitern sind derart in zwei Ebenen angeordnet, daß die Eingangslichtwellenleiter durch Verschieben der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten an die Ausgangslichtwellenleiter optisch ankopplbar sind. Zur Positionierung der Schlitten (S1(n)), S2(m)), an denen die Eingangs- bzw. Ausgangslichtwellenleiter (LWL1(n), LWL2(m)) befestigt sind, ist eine Anordnung (1) von Anschlägen (2) in Zeilen und Spalten vorgesehen. Diese Positionierungsanordnung (1) erlaubt, den Vorschubweg der ausgangsseitigen Schlitten (S2(m)) zu begrenzen, so daß diese exakt in der Position festgelegt sind, in der die Eingangslichtwellenleiter an die Ausgangslichtwellenleiter angekoppelt werden können. Die eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten weisen Anschläge auf, die derart angeordnet sind, daß die eingangs- bzw. ausgangsseitigen Schlitten in der Position festgelegt sind, in der die Eingangs- auf die Ausgangslichtwellenleiter exakt ausgerichtet sind. Der Matrixschalter für Lichtwellenleiter hat einen einfachen und kompakten Aufbau und erlaubt die Verschaltung der Lichtwellenleiter mit hoher Präzision bei verhältnismäßig geringen Schaltzeiten.



DE 197 13 630 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Matrixschalter für Lichtwellenleiter.

Zum Verbinden von optischen Glasfaserleitungen sind Matrixschalter bekannt, mit denen N optische Eingangskanäle beliebig auf M optische Ausgangskanäle geschaltet werden können. Die Anzahl der zu verschaltenden Glasfasern ist vom jeweiligen Anwendungsbereich abhängig. Im Bereich der Telekommunikation finden Matrixschalter mit einer Vielzahl von Ein- und Ausgangskanälen Verwendung.

Es sind mechanische Matrixschalter bekannt, bei denen Spiegel oder Prismen mit hoher Präzision bewegt werden. Auf Spiegel- oder Prismenanordnungen beruhende Schalter benötigen einen sehr stabilen und präzisen Aufbau. Insbesondere ist eine exakte Führung der mikrooptischen Komponenten erforderlich. Die für annehmbare optische Dämpfungswerte geforderte Präzision ist im allgemeinen mit einem hohen technischen Aufwand verbunden.

Bei einem bekannten System zum Verschalten von optischen Glasfaserleitungen werden die Fasern aufeinander ausgerichtet, indem XYZ-Manipulatoren Einzel- oder Vielfachstecker miteinander kontaktieren. Damit wird zwar eine effektive und stabile Kopplung zwischen den Glasfasern hergestellt, allerdings macht die Kopplung der Glasfasern über Stecker einen großen mechanischen Aufwand und aufwendige Steuermechanismen notwendig, um die Justagegenauigkeit für den Steckvorgang zu gewährleisten.

Die bekannten thermooptischen Matrixschalter sind nur für kleine NxM-Anordnungen sinnvoll, da die Verluste groß sind und die Herstellung teuer ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Matrixschalter für Lichtwellenleiter zu schaffen, der einen verhältnismäßig einfachen und kompakten Aufbau hat und eine Verschaltung der Lichtwellenleiter mit hoher Präzision bei verhältnismäßig geringen Schaltzeiten erlaubt.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die nachfolgende Zuordnung der Begriffe "Eingang" und "Ausgang" dient nur zur Beschreibung der geometrischen Anordnung. Jeder Lichtwellenleiter kann sowohl ein Eingangssignal und/oder (bi-direktional) ein Ausgangssignal transportieren. Auch die Begriffe "Zeilen" und "Spalten" sind nicht dahingehend zu verstehen, daß die eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten exakt rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Allein entscheidend ist, daß sich die Schlitten auf ihren Bahnen kreuzen.

Die Schlitten, die in Richtung der Zeilen und Spalten verschiebbar sind, haben vorzugsweise eine langgestreckte Form und können z. B. als Stäbe oder Stangen ausgebildet sein.

Zur Positionierung der Schlitten, an denen die Eingangs- bzw. Ausgangslichtwellenleiter befestigt sind, ist eine Anordnung von Anschlägen in Zeilen und Spalten vorgesehen. Diese Positionierungsanordnung erlaubt, den Vorschubweg der ausgangsseitigen Schlitten zu begrenzen, so daß diese exakt in der Position festgelegt sind, in der die Eingangslichtwellenleiter an die Lichtwellenleiter der ausgangsseitigen Schlitten angekoppelt werden können.

Darüber hinaus weisen die eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten Anschläge auf, die derart angeordnet sind, daß die eingangs- bzw. ausgangsseitigen Schlitten in der Position festgelegt sind, in der die Eingangs- auf die Ausgangslichtwellenleiter exakt ausgerichtet sind.

Nach Vorgeben eines bestimmten Schaltvorganges durch die Positionierungsanordnung kann die Verschaltung der Lichtwellenleiter dadurch erfolgen, daß die ausgangsseitigen Schlitten bis zu den Anschlägen der Positionierungsan-

ordnung vorgeschoben werden. Damit ist die Koppelposition exakt festgelegt. Schrittmotoren oder dgl., mit denen sich ein bestimmter Vorschubweg vorgeben läßt, sind nicht erforderlich.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Anschläge der eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten als Anschlagenelemente mit komplementären Teilekonturen ausgebildet, die zur Feinjustierung der Schlitten dienen. Da die Teilekonturen der Anschläge ineinandergreifen, ist der Matrixschalter gegen Erschütterungen weitgehend unempfindlich. Selbst wenn die eingangsseitigen Schlitten nicht exakt auf die ausgangsseitigen Schlitten ausgerichtet sein sollten, werden diese durch die Teilekonturen auch bei einem seitlichen Versatz in eine Position gebracht, in der die Eingangslichtwellenleiter exakt auf die Ausgangslichtwellenleiter ausgerichtet sind.

Die Anschlagenelemente der eingangsseitigen Schlitten weisen vorzugsweise jeweils eine U- oder V-förmige Kontur und die Anschlagenelemente der ausgangsseitigen Schlitten jeweils eine entsprechende U- oder V-förmige Nut auf. Für die Anschlagenelemente der eingangsseitigen Schlitten sind auch kreisförmige oder teilkreisförmige Konturen denkbar, die in entsprechende U-förmige Nuten passen. Die Seitenflanken der Nut bilden Führungsflächen für die Anschlagenelemente der eingangsseitigen Schlitten.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Enden der Eingangs- und Ausgangslichtwellenleiter in Faserhaltern mit der gleichen Außenkontur angeordnet, wobei die Faserhalter der Ausgangslichtwellenleiter in rinnenförmigen Vertiefungen von in die Ebene der eingangsseitigen Schlitten vorstehenden Anschlägen der ausgangsseitigen Schlitten angeordnet sind. Die Faserhalter der Ausgangslichtwellenleiter sind in den rinnenförmigen Vertiefungen der Anschläge derart angeordnet, daß der Abschnitt der Nut, der in die Ebene der eingangsseitigen Schlitten vorsteht, die Faserhalter der Eingangslichtwellenleiter aufnimmt. Da sowohl die Eingangslichtwellenleiter als auch die Ausgangslichtwellenleiter durch die gleiche Grubenstruktur positioniert werden, sind die Glasfasern optimal aufeinander ausgerichtet.

Vorzugsweise sind die Anschläge einstückiger Bestandteil der Schlitten. So können an den Schlitten beispielsweise die Lichtwellenleiter aufnehmende Vorsprünge ausgebildet sein. Die Anschläge können aber auch durch die Faserhalter selbst gebildet werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung sind die Anschläge der eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten federnd an den Schlitten befestigt, um den Aufprall beim Einkoppeln abzuschwächen. Im statischen Zustand ist die Kraft dieser Federn zwischen Schlitten und Anschlag gleich der Kraft, mit der der eingangsseitige Schlitten gegen den ausgangsseitigen Schlitten drückt.

Der Lichtwellenleiter bzw. der mit einem Anschlag versehene Lichtwellenleiter kann auch federnd in einer Nut des eingangsseitigen Schlittens angeordnet sein. In diesem Fall ist die Federkraft vorzugsweise kleiner als die Kraft, mit der der eingangsseitige Schlitten gegen den ausgangsseitigen Schlitten drückt.

Mit den federnd an den Schlitten befestigten Anschlägen wird auch erreicht, daß die Anschläge den quer zur Vorschubrichtung der Schlitten wirkenden Zentrierungskräften nachgeben können. Eine einfache Zentrierung ist aber auch dann möglich, wenn die Schlitten selbst eine gewisse Flexibilität haben oder derart geführt sind, daß geringfügige seitliche Bewegungen möglich sind.

Die Positionierungsanordnung weist vorzugsweise elektromagnetische, thermoelektrische, piezoelektrische oder pneumatische Antriebselemente zur Betätigung der An-

schläge auf. Mit den Antriebselementen können die Anschläge zwischen zwei bistabilen Positionen, d. h. in den Vorschubweg der Schlitten eingreifend bzw. außerhalb des Vorschubweges befindlich, hin- und hergeschaltet werden. Dabei ist die Genauigkeit der Bewegung ohne Bedeutung für das Schaltverhalten der Matrix. Als Anschläge können beispielsweise Bolzen, Stifte, Platten oder dgl. verwendet werden.

Die Anzahl der Antriebselemente, die für die Betätigung der Schlitten erforderlich ist, wird vorteilhafterweise dadurch reduziert, daß die Schlitten in die Schaltposition federnd vorgespannt sind. Die Feder Elemente haben den Vorteil, daß die Schlitten mit einer definierten Vorspannung ineinandergreifen. Ansteuerbare Antriebselemente brauchen bei dieser bevorzugten Ausführungsform nur zum Zurückziehen der Schlitten in die Ausgangsposition vorgesehen sein.

Wenn die Schlitten federnd vorgespannt sind, ist prinzipiell nur ein eingangsseitiges und ausgangsseitiges Antriebselement erforderlich, wobei die beiden Antriebselemente sämtliche eingangs- bzw. ausgangsseitigen Schlitten betätigen. Die beiden Antriebselemente für die Eingangs- und Ausgangsseite können z. B. als kanumartige Rechen oder Walzen ausgebildet sein, die entsprechende Eingriffselemente wie Haken oder Zähne auf den Schienen erfassen. Diese Ausführungsform hat zwar einen besonders einfachen Aufbau, nachteilig ist jedoch, daß zur Rekonfiguration alle Verbindungen gelöst werden müssen.

Wenn nur die Koppelstellen gelöst werden sollen, die auch geschaltet werden, so können die Eingriffselemente derart ausgebildet sein, daß diese zwischen einer Position, in der sie mit den Antriebselementen in Eingriff sind und einer Position umgeschaltet werden können, in der sie mit den Antriebselementen außer Eingriff sind. Die Eingriffselemente können an den Schlitten oder an den Bügeln angeordnet sein. Da an den Betätigungsmechanismus der Eingriffselemente in bezug auf die Genauigkeit nur relativ geringe Anforderungen zu stellen sind, kann dieser kostengünstig realisiert werden.

Die optische Kopplung der Lichtwellenleiter kann über einen Freistrahlführung erfolgen, wobei gegebenenfalls geeignete Linsensysteme zur Verbesserung der Koppel effizienz eingesetzt werden können. Ebenfalls kann die optische Kopplung der Lichtwellenleiter über einen ausreichend kleinen Spalt erfolgen, so daß auf strahlformende Elemente verzichtet werden kann, wobei der Spalt zwischen den Faserstirnflächen auch vollständig durch eine Flüssigkeit gefüllt werden kann, die im Brechungsindex den Lichtwellenleitern angepaßt ist. Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Kopplung liegt in der Verwendung von speziellen Fasern mit im Stirnflächenbereich aufgeweitetem Kern (TEC), die sich durch eine extrem kleine numerische Apertur auszeichnen, d. h. ohne weitere Optik das Lichtsignal in einem fast parallelen Strahl emittieren. Darüber hinaus ist die Kopplung über einen physikalischen Kontakt der Lichtwellenleiterstirnflächen möglich. Vorteilhafterweise ist eine zusätzliche Bewegung eines Lichtwellenleiters oder der Lichtwellenleiter axial zur Faserichtung vorgesehen, um beim Kontaktieren eine Beschädigung der Enden zu vermeiden. Das Lichtsignal wird dabei ohne Freistrahlstrecke unmittelbar aus der Eingangs faser in die Ausgangs faser geleitet. Damit die Stirnflächen nicht aufeinander gleiten und dadurch zerstört werden, ist hierbei aber eine höhere Präzision erforderlich.

Der erfindungsgemäße Matrixschalter hat einen kompakten Aufbau, wobei die Koppelverluste und das Nebensprechen gering sind. Die Schaltzeiten liegen im Bereich < 1 sec. Die Anordnung ist daher insbesondere geeignet, um rekonfi-

gurierbare Verteileranlagen aufzubauen. Der Einsatzbereich erstreckt sich dabei sowohl auf Aufgaben innerhalb von Gebäuden, z. B. Intranet, Computeranlagen als auch zur Verschaltung von Fasern in externen Schaltkästen und Faserschächten für die Telekommunikation, z. B. zur Konfiguration von Teilnehmeranschlüssen.

Für die Herstellung der Präzisionsteile können kostengünstige Mikrotechniken, insbesondere die LIGA-Technik eingesetzt werden.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform des Matrixschalters in schematischer Darstellung.

Fig. 2 eine Teilansicht des Matrixschalters von **Fig. 1**,

Fig. 3a eine Ausführungsform der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten, deren Anschläge U-förmige Teilekonturen aufweisen,

Fig. 3b eine Ausführungsform der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten, deren Anschläge V-förmige Teilekonturen aufweisen,

Fig. 3c eine Ausführungsform der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten, bei der die Faserhalter der Eingangs- und Ausgangsfasern in einer rinnenförmigen Struktur der ausgangsseitigen Schlitten positioniert sind,

Fig. 3d eine Ausführungsform eines Schlittens mit einem an seiner Unterseite befindlichen Anschlag,

Fig. 3e, f eine Ausführungsform eines Schlittens mit einem Anschlag an seiner Stirnfläche und

Fig. 3g-i Ausführungsformen eines Schlittens mit einem federnd an dessen Stirnfläche befestigten Anschlag.

Fig. 1 zeigt einen Matrixschalter zur Verschaltung von N Eingangsfasern und M Ausgangsfasern in schematischer Darstellung. Die N Eingangsfasern $LWL1(n)$ mit $[n = 1 \dots N]$ sind an stabförmigen Schlitten $S1(n)$ mit $[n = 1 \dots N]$ befestigt, die in einer Ebene E_1 in gleichbleibenden Abständen parallel zueinander angeordnet und in Längsrichtung, d. h. in Richtung der X -Achse verschiebbar geführt sind. Die M Ausgangsfasern $LWL2(m)$ mit $[m = 1 \dots M]$ sind an stabförmigen Schlitten $S2(m)$ mit $[m = 1 \dots M]$ befestigt, die in einer Ebene E_2 in gleichbleibenden Abständen parallel zueinander angeordnet sind und in Längsrichtung, d. h. in Richtung der Y -Achse, verschiebbar geführt sind. Die Eingangs- und Ausgangsfasern sind derart an den eingangs- bzw. ausgangsseitigen Schlitten befestigt, daß deren Stirnflächen durch Verschieben der Schlitten aufeinander ausgerichtet und somit die Eingangs- an die Ausgangsfasern gekoppelt werden können (**Fig. 2**). Der Matrixschalter hat $N \times M$ Koppelstellen $P(n^*, m^*)$, die nach Art einer Matrix in der XY -Ebene verteilt sind.

Zur exakten Positionierung der ausgangsseitigen Schlitten $S2(m)$ mit den Ausgangsfasern $LWL2(m)$ ist eine Positionierungsanordnung **1** mit $N \times M$ Anschlägen für die ausgangsseitigen Schlitten vorgesehen, die eine $N \times M$ Matrix in der gleichen Größe wie die $N \times M$ Matrix der Koppelstellen $P(n^*, m^*)$ bilden. Die Anschläge **2** der Positionsanordnung **1** sind Bolzen, die in einer Lochplatte **3** quer zur Längsrichtung der ausgangsseitigen Schlitten $S2(m)$ verschiebbar geführt sind. Jedem Bolzen ist ein elektromagnetisches Antriebselement zugeordnet, das unterhalb der Lochplatte **3** angeordnet und in **Fig. 1** nicht dargestellt ist.

Die elektromagnetischen Antriebselemente der Bolzen **2** sind derart ausgebildet, daß die Bolzen in eine Sperrposition, in der sie aus der Lochplatte **3** vorstehen und eine Freigabeposition verschiebbar sind, in der sie in der Lochplatte versenkt sind. In **Fig. 1** sind die in der Sperrposition befindlichen Bolzen **2** als Punkte und die in der Freigabeposition

befindlichen Bolzen als Kreise dargestellt. Die Antriebselemente zur Betätigung der Bolzen 2 sind über eine Steuerleitung 4 mit einer zentralen Steuereinheit 5 verbunden, die die Schaltpositionen $P(n^*, m^*)$ vorgibt.

Die eingangsseitigen Schlitten $S1(n)$ sind in Richtung der ausgangssseitigen Schlitten, d. h. in Richtung der X-Achse, mittels Druckfedern 6 vorgespannt, die einerseits an einem ortsfesten Körper 7 und andererseits an den Enden der Schlitten $S1(n)$ befestigt sind. Die ausgangssseitigen Schlitten $S2(m)$ sind ebenfalls vorgespannt in Richtung der Positionierungsanordnung 1, d. h. in Richtung der Y-Achse, mittels der Druckfedern 6', die einerseits an einem ortsfesten Körper 8 und andererseits an den Enden der Schlitten befestigt sind.

Es kann vorteilhaft sein, die durch die Druckfedern erzeugte Rückstellgeschwindigkeit zu dämpfen. Hierzu können die Schienen beispielsweise in einem Ölbad angeordnet oder mit entsprechenden bremsenden Strukturen versehen werden. Das Ölbad kann gleichzeitig als Indexmatching-Flüssigkeit dienen.

Zum Zurückziehen der Schlitten $S1(n)$ bzw. $S2(m)$ entgegen der Federkraft sind ein eingangsseitiger und ein ausgangssseitiger Stellmotor 9 bzw. 10 vorgesehen, der jeweils einen sich quer zur Vorschubrichtung der Schlitten erstreckenden Bügel 11, 12 antreibt, der mit Eingriffselementen 13 bzw. 14 zusammenwirkt, die auf den Schlitten angeordnet sind. Wenn die Bügel 11 bzw. 12 in die Ausgangsstellung zurückgefahren werden, ergreifen diese die Eingriffselemente 13 bzw. 14 der Schlitten und nehmen die Schlitten mit. Die eingangs- und ausgangssseitigen Stellmotoren 9, 10 sind über Steuerleitungen 15, 16 mit der zentralen Steuereinheit 5 verbunden.

Damit nur einige der Koppelstellen $P(n^*, m^*)$ gelöst werden können, sind die Eingriffselemente 13, 14 als klappbare Haken ausgebildet, die mittels nicht dargestellter elektromagnetischer Antriebselemente zwischen einer Freigabeposition, in der sie flach auf den Schlitten aufliegen und einer Mitnahmeposition umgeschaltet werden können, in der sie von den Bügeln 11, 12 der Stellmotoren 9, 10 erfaßt werden (Fig. 2).

Die Enden der Eingangsfasern $LWL1(n)$ sitzen in Ferrulen 17, die an den eingangsseitigen Schlitten $S1(n)$ derart befestigt sind, daß die Lichtaustrittsflächen der Eingangsfasern in der Eingangsebene E_1 liegen. Unter Ferrulen versteht man Halter für Lichtwellenleiter. Die Enden der Ausgangsfasern $LWL2(m)$ sind derart in die ausgangssseitigen Schlitten $S2(m)$ eingesetzt, daß die Lichteintrittsenden der Ausgangsfasern in der Ausgangsebene E_2 liegen (Fig. 2). Dadurch, daß die Ebenen E_1 und E_2 zwischen der Oberkante und der Unterkante der Ausgangsschienen bzw. der Eingangsschienen liegen, ist eine Neukonfiguration einzelner Schienen möglich, ohne daß sie von in ihrer Lage gleichbleibenden Schienen behindert werden. Die ausgangssseitigen Schlitten weisen neben den Lichteintrittsenden der Ausgangsfasern in der Ausgangsebene E_2 vorspringende Anschläge 18 für die Ferrule 17 der Eingangsfasern $LWL1(n)$ auf, die selbst Anschläge bilden, so daß die Lichtaustrittsenden der Eingangsfasern in der Schaltposition exakt auf die Lichteintrittsenden der Ausgangsfasern ausgerichtet sind.

Ein Schaltvorgang kann z. B. wie folgt durchgeführt werden. Zunächst werden die klappbaren Haken 13, 14 der eingangs- und ausgangssseitigen Schlitten $S1(n)$ bzw. $S2(m)$ in die Mitnahmeposition ausgeklappt und die Stellmotoren 9, 10 werden in Betrieb gesetzt, um die eingangs- und ausgangssseitigen Schlitten mittels der Bügel 11, 12 in die Ausgangsposition zurückzuziehen. Daraufhin werden die Antriebselemente der Anschläge 2 der Positionierungsanordnung 1 betätigt, um die Anschläge entsprechend der ge-

wünschten Schaltposition $P(n^*, m^*)$ zu konfigurieren. Nun werden die klappbaren Haken 14 der ausgangssseitigen Schlitten $S2(m)$ in die Freigabeposition umgeklappt, damit die Schlitten durch die Kraft der Druckfedern 6' soweit vorgeschoben werden können, bis diese an den Anschlägen 2 der Positionierungsanordnung 1 anschlagen. Jetzt werden die Haken 13 der eingangsseitigen Schlitten $S1(n)$ in die Freigabeposition umgeklappt, so daß die eingangsseitigen Schlitten durch die Kraft der Druckfedern 6' soweit vorgeschoben werden, bis die Anschläge 17 der eingangsseitigen Schlitten an die Anschläge 18 der ausgangssseitigen Schlitten anschlagen. Damit sind die Eingangsfasern $LWL1(n)$ exakt auf die Ausgangsfasern $LWL2(m)$ ausgerichtet. Zum Aufheben des Schaltzustandes werden die Haken 13, 14 der Schlitten wieder ausgeklappt und die Schlitten werden wieder in ihre Ausgangsstellung zurückgezogen. Wenn die Haken 13, 14 der Schlitten nur einzeln ausgeklappt werden, können die Verbindungen auch selektiv gelöst werden.

Die Fig. 3a bis 3f zeigen verschiedene Ausführungsformen der Anschläge der Schlitten. Zur Feinjustierung der Schlitten an den Koppelstellen $P(n^*, m^*)$ weisen die Anschläge der eingangs- und ausgangssseitigen Schlitten $S1(n)$ bzw. $S2(m)$ komplementäre Teilekonturen auf.

Bei der in Fig. 3a dargestellten Ausführungsform weist der Anschlag 19 eines ausgangssseitigen Schlittens $S2(m)$ eine halbschalenförmige oder im wesentlichen U-förmige Nut 20 auf, während das Anschlagelement 21 eines eingangsseitigen Schlittens $S1(n)$ einen kreisförmigen Querschnitt hat, so daß die Seitenflanken 20a, 20b der Nut 20 Führungsflächen für das eingangsseitige Anschlagelement 21 bilden.

Das in Fig. 3b gezeigte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von der unter Bezugnahme auf Fig. 3a beschriebenen Ausführungsform dadurch, daß die Nut 22 des ausgangssseitigen Anschlagelements 23 V-förmig ist, während das eingangsseitige Anschlagelement 24 einen dreieckförmigen Querschnitt hat, so daß dieses passend in der Nut sitzt.

Fig. 3c zeigt eine Ausführungsform, bei der die Eingangs- und Ausgangsfasern $LWL1(n)$ bzw. $LWL2(m)$ in der gleichen Struktur zentriert sind. Der nicht dargestellte ausgangssseitige Schlitten $S2(m)$ weist ein in die Eingangsebene E_1 vorstehendes Anschlagelement 25 mit einer rinnenförmigen Struktur in Form einer V-förmigen Nut 26 auf, das einstückiger Bestandteil des Schlittens ist. In der Nut 26 sind die Ferrule 27 der Ausgangsfaser $LWL2(m)$ befestigt. Die Eingangsfasern $LWL1(n)$ weist eine gleichartige Ferrule 28 wie die Ausgangsfaser auf und ist derart an dem eingangsseitigen Schlitten $S1(n)$ befestigt, daß sie beim Vorschieben des Schlittens in den freien Abschnitt der Nut 26 gedrückt wird. Da die gleiche Grubenstruktur sowohl die Eingangsfasern als auch die Ausgangsfaser aufeinander ausrichtet, sind die Eingangs- und Ausgangsfasern exakt positioniert.

Fig. 3d zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem das eingangsseitige Anschlagelement 29 mit der Eingangsfasern $LWL1(n)$ als Zapfen ausgebildet ist, der an der Unterseite des Schlittens angeordnet und einstückiger Bestandteil des Schlittens ist. Fig. 3e zeigt eine Ausführungsform, bei der das Anschlagelement 30 als runder Zapfen zusammen mit der Eingangsfasern $LWL1(n)$ an der Stirnseite des Schlittens $S1(n)$ befestigt ist. In der Fig. 3f ist die Draufsicht auf den Schlitten $S1(n)$ dargestellt.

Um den Kraftstoß des Schlittens $S1(n)$ beim Aufprall auf den Schlitten $S2(m)$ zu mildern und einen seitlichen Versatz auszugleichen, kann das Anschlagelement 31 auch federnd gelagert sein. Fig. 3g und 3h zeigen in Seitenansicht und in Draufsicht einen eingangsseitigen Schlitten $S1(n)$, bei dem das die Eingangsfasern $LWL1(n)$ aufnehmende Anschlagele-

ment **31** mittels zweier Druckfedern **32, 32'** an der Stirnseite des Schlittens **S1(n)** befestigt ist.

In der **Fig. 3i** ist der Schlitten **S1(n)** an seiner Stirnseite mit einer Ausnehmung **33** versehen, in der die Federn **32, 32'** (nicht zu sehen) angeordnet sind, die die Ferrule **34** mit dem Lichtwellenleiter **LWL1(n)** tragen. Der ausgangsseitige Schlitten **S2(m)** besitzt in seinem Anschlagenelement **36** eine V-förmige Nut **22**, in die beim Ankoppeln die Ferrule **34** eingreift. Hierbei wird die Ferrule **34** so weit gegen die Kraft der Feder **32** in die Ausnehmung zurückgeschoben, bis die Stirnfläche **35** des eingangsseitigen Schlittens **S1(n)** am Anschlagenelement **36** anliegt. Die Kraft der Feder **32** ist kleiner als die Kraft, mit der der Schlitten **S1(n)** mit seinen Stirnflächen **35** gegen den Schlitten **S2(m)** gedrückt wird.

Auf Ferrule bzw. Faserhalter mit Anschlagstrukturen kann verzichtet werden, wenn mit Schutzschichten versehene Fasern oder nackte Fasern aus widerstandsfähigem Material, wie z. B. Kunststoff, verwendet werden. Durch die oben beschriebene Kontrolle der auftretenden Kräfte beim Ankoppeln wird eine Beschädigung der Lichtwellenleiter wirksam vermieden.

Bezugszeichenliste

1	Positionierungsanordnung	25
2	Anschlag, Bolzen	
3	Lochplatte	
4	Steuerleitung	
5	Steuereinheit	
6	Druckfeder	30
6'	Druckfeder	
7	ortsfester Körper	
8	ortsfester Körper	
9	Stellmotor	
10	Stellmotor	35
11	Bügel	
12	Bügel	
13	Haken, Eingriffselement	
14	Haken, Eingriffselement	
15	Steuerleitung	40
16	Steuerleitung	
17	Ferrule	
18	Anschlag	
19	Anschlag	
20	Nut	45
20a, b	Seitenflanke	
21	Anschlagenelement	
22	Nut	
23	Anschlagenelement	
24	Anschlagenelement	50
25	Anschlagenelement	
26	Nut	
27	Ferrule	
28	Ferrule	
29	Anschlagenelement	55
30	Anschlagenelement	
31	Anschlagenelement	
32	Feder	
32'	Feder	
33	Ausnehmung	60
34	Anschlagenelement	
35	Stirnfläche	
36	Anschlagenelement	

Patentansprüche

1. Matrixschalter für Lichtwellenleiter mit in Zeilen angeordneten Schlitten (**S1(n)**), an denen je-

weils ein Eingangslichtwellenleiter (**LWL1(n)**) befestigt ist,

in Spalten angeordneten Schlitten (**S2(m)**), an denen jeweils ein Ausgangslichtwellenleiter (**LWL2(m)**) befestigt ist,

einer Einrichtung (**9-12**) zum Verschieben und Zurückziehen der eingangsseitigen Schlitten (**S1(n)**) entlang der Zeilen und der ausgangsseitigen Schlitten (**S2(m)**) entlang der Spalten,

wobei die Schlitten mit den Lichtwellenleitern derart in zwei Ebenen **E₁, E₂** angeordnet sind, daß die Eingangslichtwellenleiter durch Verschieben der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten an die Ausgangslichtwellenleiter optisch ankoppelbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß

eine Positionierungsanordnung (**1**) mit in Zeilen und Spalten angeordneten Anschlägen (**2**) vorgesehen ist, die jeweils in die Ebene **E₁** bzw. **E₂** der Schlitten (**S1(n)**) bzw. (**S2(m)**) verschiebbar sind, so daß der Verschiebeweg der Schlitten begrenzt ist und daß die eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten (**S1(n), S2(m)**) Anschläge (**17, 18, 19, 21**) aufweisen, die derart angeordnet sind, daß die eingangsseitigen Schlitten zum Ankoppeln der Lichtwellenleiter gegen die ausgangsseitigen Schlitten schiebbar sind.

2. Matrixschalter für Lichtwellenleiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge (**17, 18; 19, 21**) der eingangs- und ausgangsseitigen Schlitten (**S1(n), S2(m)**) komplementäre Teilekonturen aufweisen.

3. Matrixschalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge (**21**) der eingangsseitigen Schlitten (**S1(n)**) jeweils eine U- oder V-förmige, kreisförmige oder teilkreisförmige Kontur und die Anschläge (**19**) der ausgangsseitigen Schlitten **S2(m)** jeweils eine U- oder V-förmige Nut aufweisen.

4. Matrixschalter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Eingangs- und Ausgangslichtwellenleiter (**LWL1(n), LWL2(m)**) in Faserhaltern (**27, 28**) mit der gleichen Außenkontur angeordnet sind, daß die Faserhalter (**27**) der Ausgangslichtwellenleiter in rinnenförmigen Strukturen (**26**) von in die Ebene **E₁** der eingangsseitigen Schlitten (**S1(n)**) vorstehenden Anschläge (**25**) der ausgangsseitigen Schlitten **S2(m)** angeordnet sind und daß die Faserhalter (**28**) der Eingangslichtwellenleiter derart angeordnet sind, daß diese zum Ankoppeln der Lichtwellenleiter in die rinnenförmigen Strukturen (**26**) der Anschläge (**25**) schiebbar sind.

5. Matrixschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge (**18, 29, 30**) der eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten (**S1(n), S2(m)**) einstückiger Bestandteil der Schlitten sind.

6. Matrixschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschläge (**31, 34**) der eingangs- und/oder ausgangsseitigen Schlitten (**S1(n), S2(m)**) federnd an den Schlitten befestigt sind.

7. Matrixschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionierungsanordnung (**1**) Antriebselemente zur Betätigung der Anschläge (**2**) aufweist.

8. Matrixschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (**9-12**) zum Verschieben und Zurückziehen der Schlitten (**S1(n), S2(m)**) Federelemente (**6, 6'**) zum Verschieben der Schlitten in die Schaltposition und Antriebselemente zum Zurückziehen der Schlitten in die Aus-

gangsposition aufweist.

9. Matrixschalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebselemente der Einrichtung (9-12) zum Vorschieben und Zurückziehen der Schlitten quer zur Vorschubrichtung der Schlitten sich erstreckende und in Vorschubrichtung der Schlitten verschiebbare Bügel (11, 12) aufweisen und daß die Schlitten Eingriffselemente (13, 14) aufweisen, die derart angeordnet sind, daß diese beim Zurückziehen der Bügel (11, 12) von diesen erfaßt werden.

10. Matrixschalter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingriffselemente (13, 14) der Schlitten (S1(n), S2(m)) zwischen einer Freigabeposition, in der sie flach auf den Schlitten aufliegen, und einer Mitnahmeposition, in der sie von den Bügeln (11, 12) erfaßt werden, umschaltbar sind.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

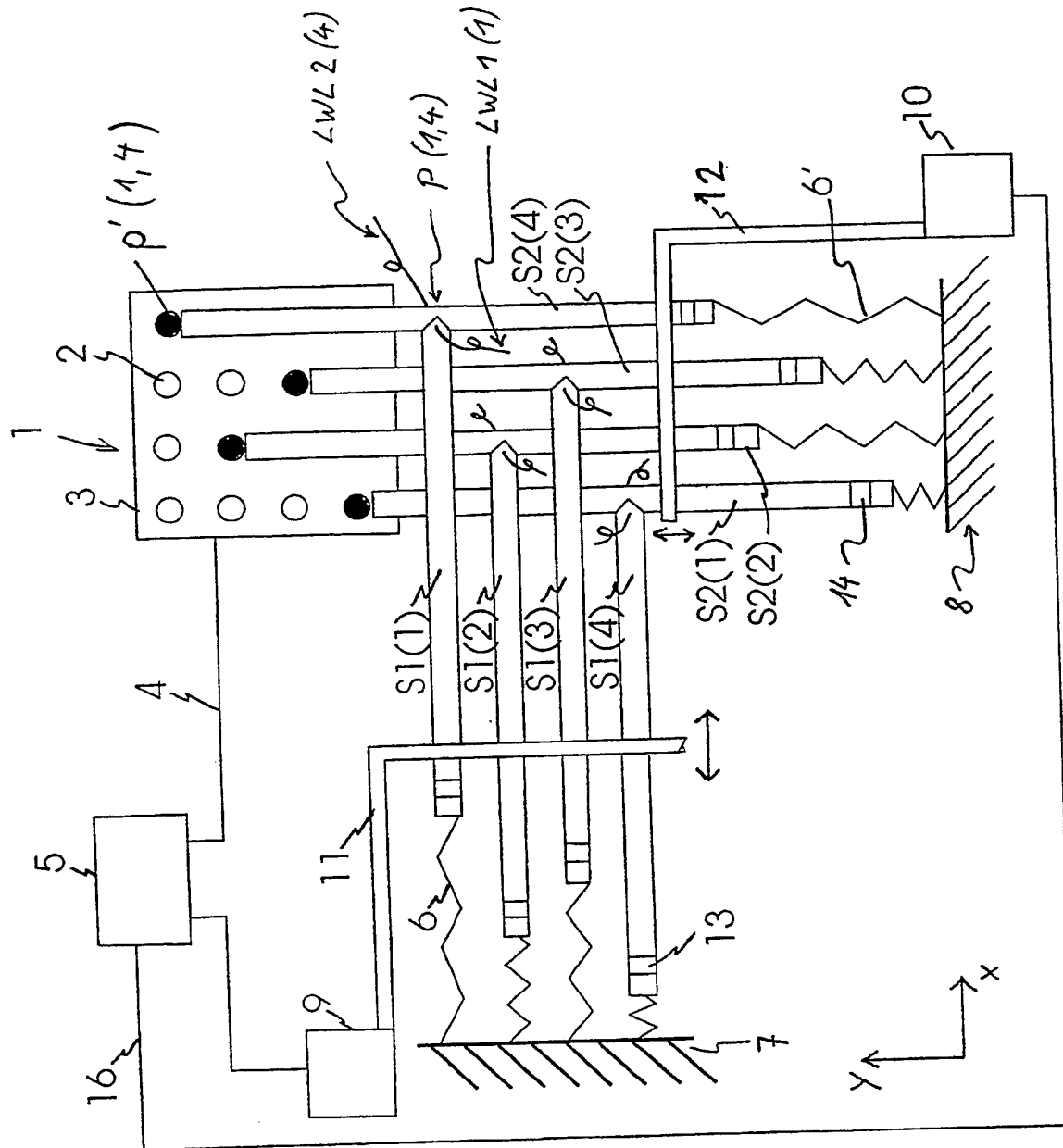


Fig. 1

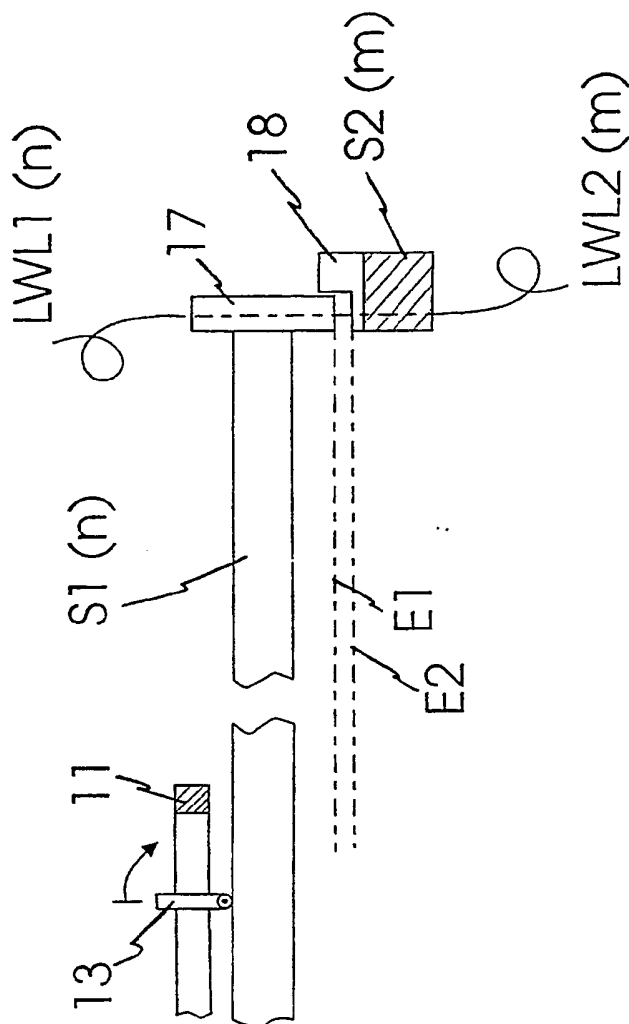


Fig. 2

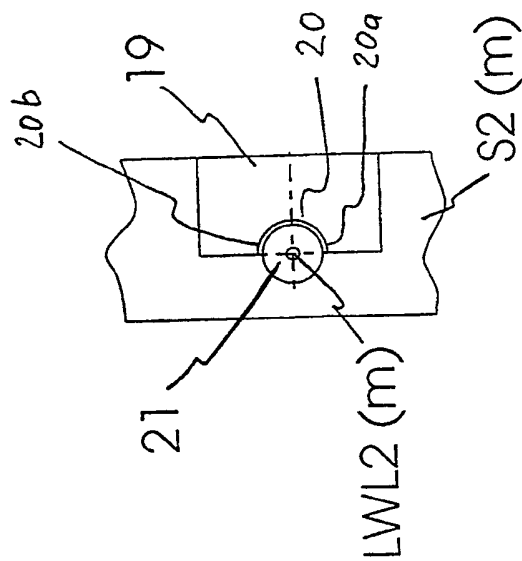


Fig. 3a

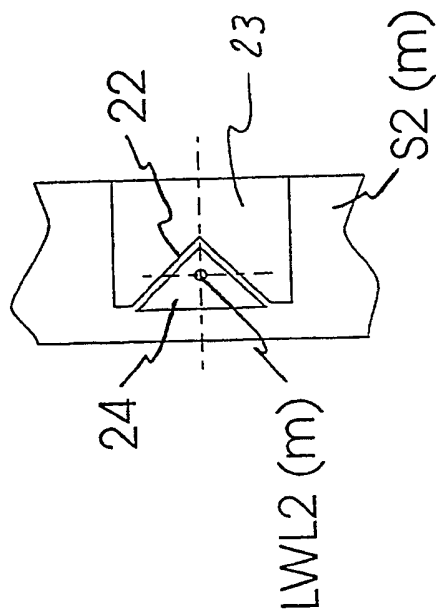


Fig. 3b

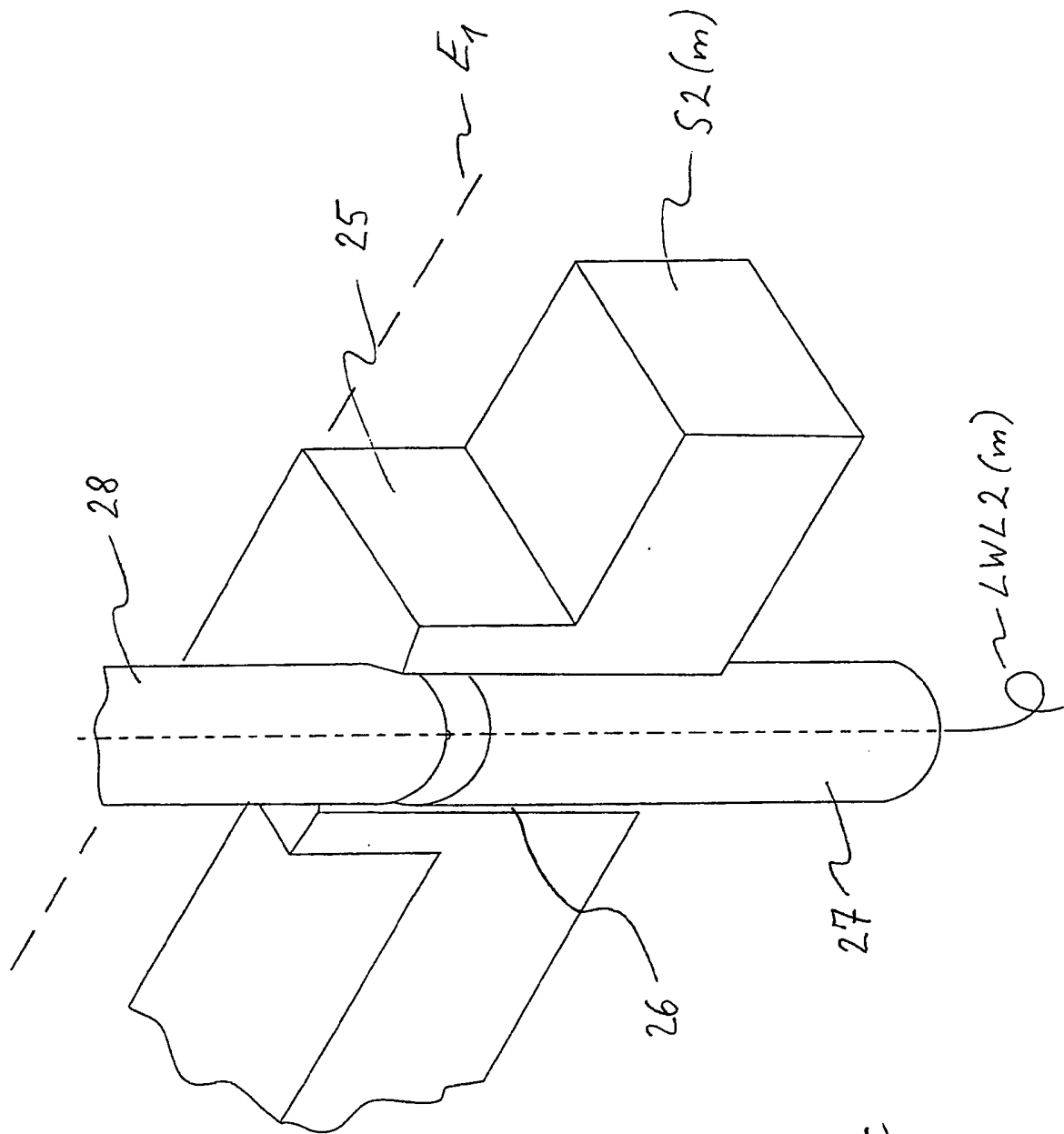
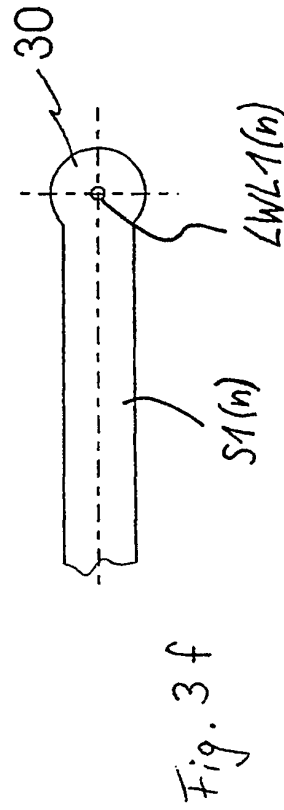
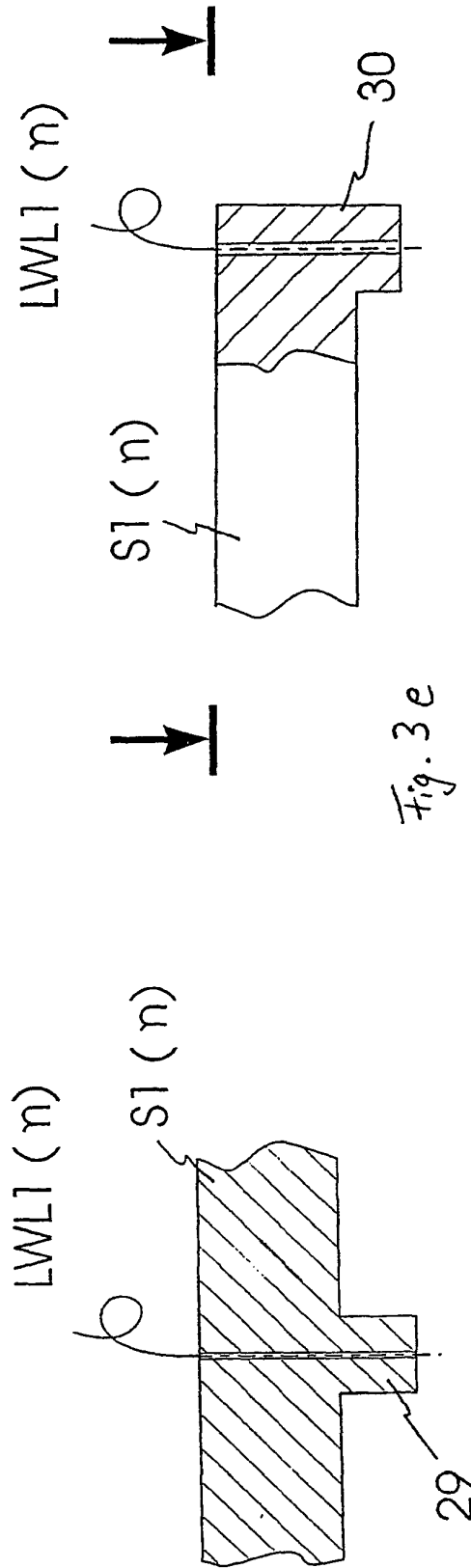


Fig. 3c



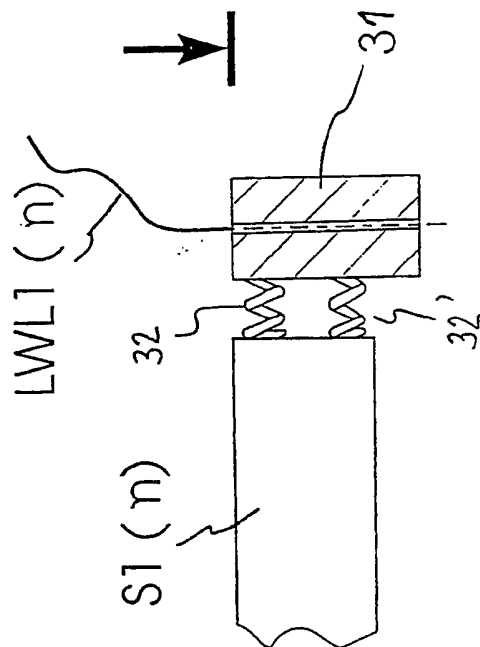


Fig. 3g

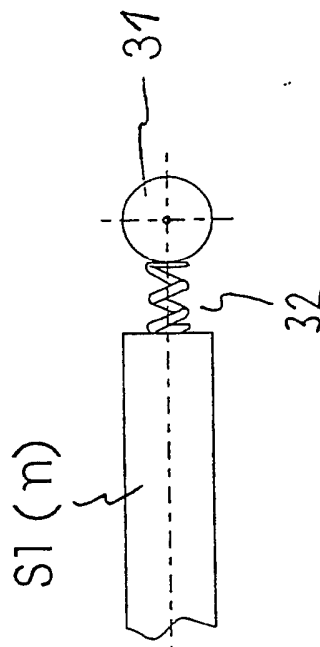


Fig. 3h

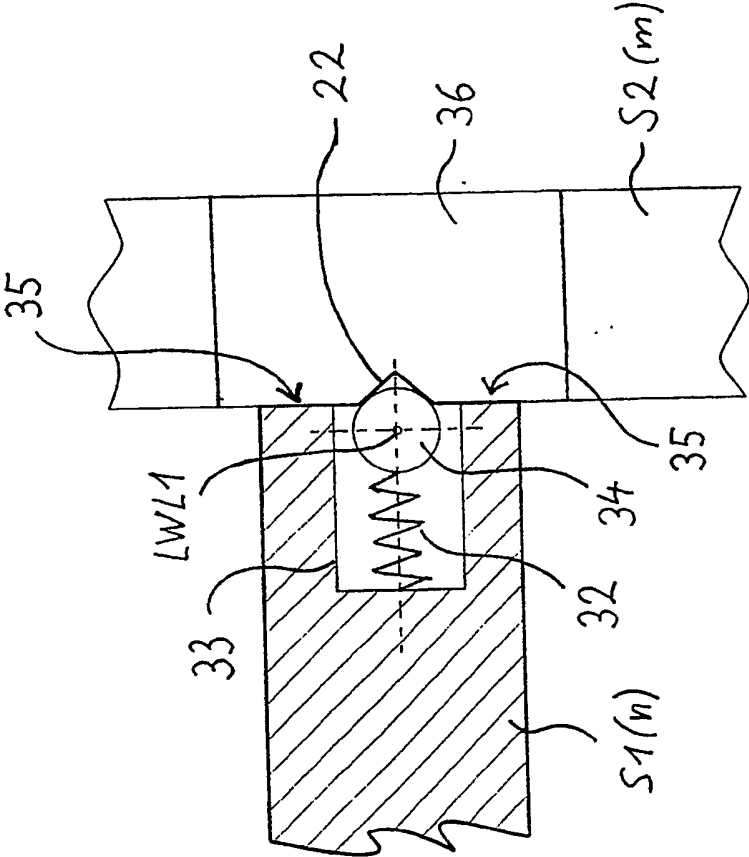


Fig. 3i

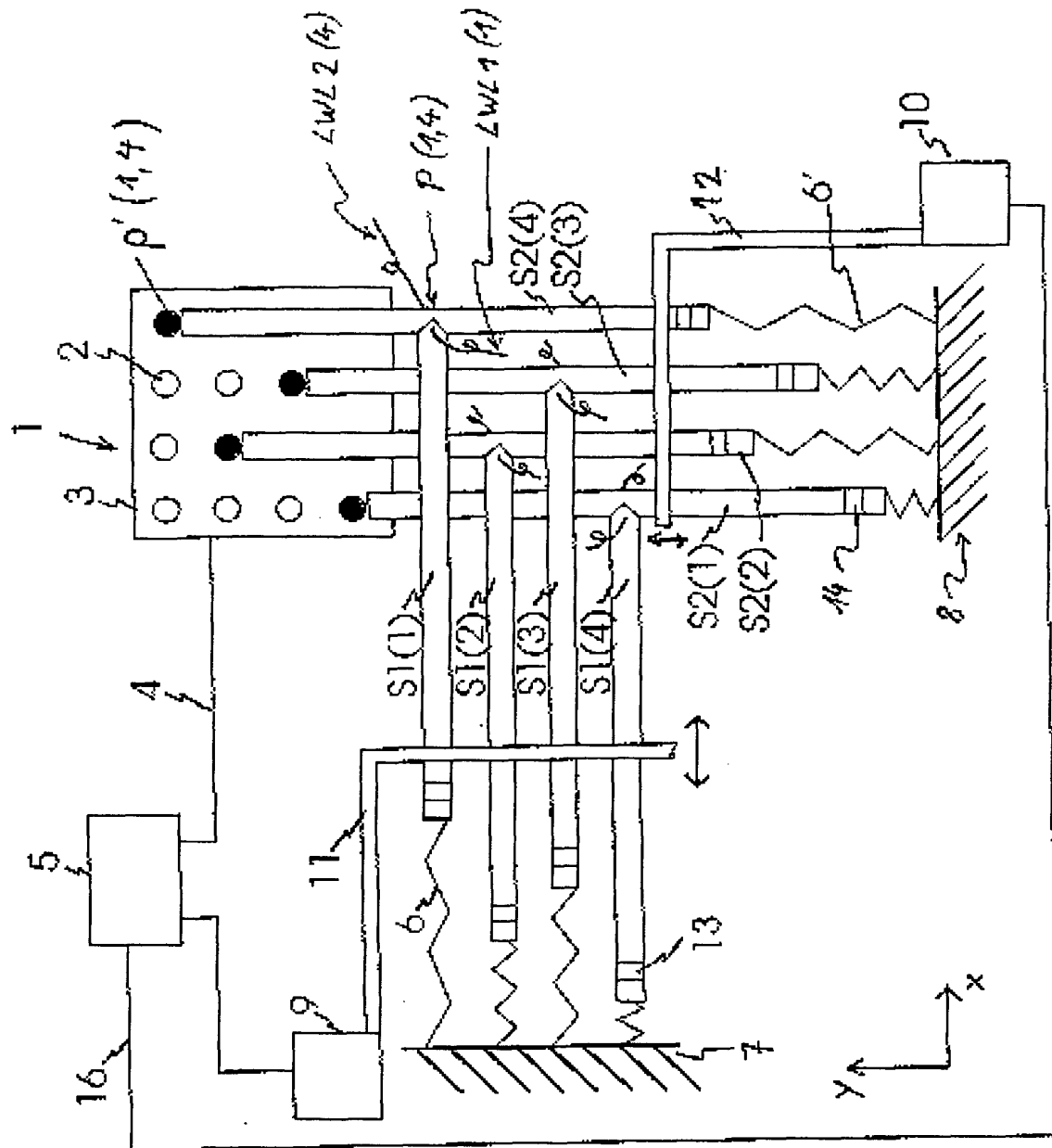


Fig. 1

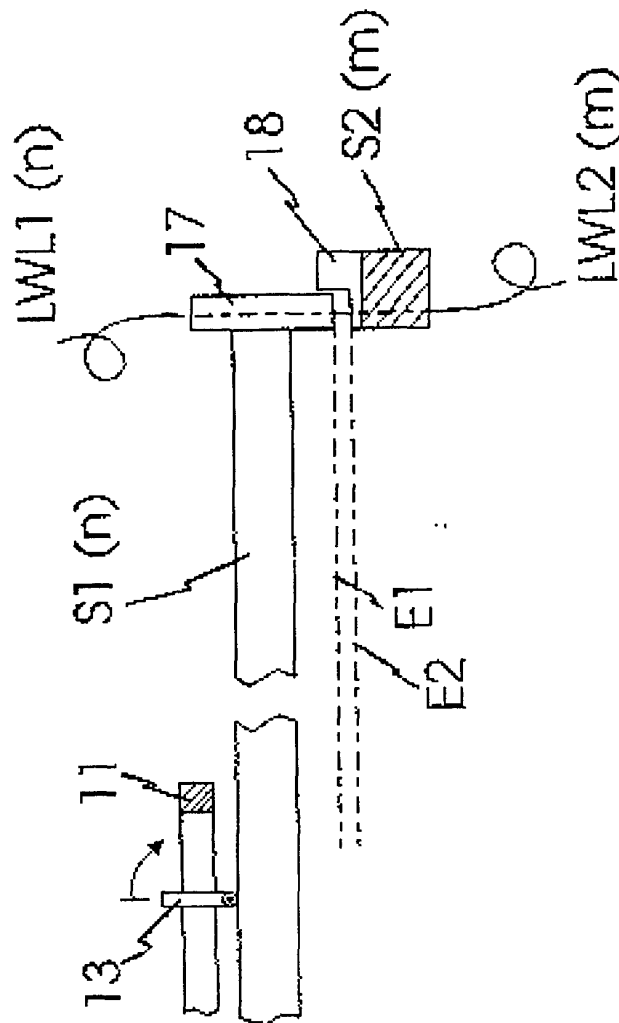


Fig. 2

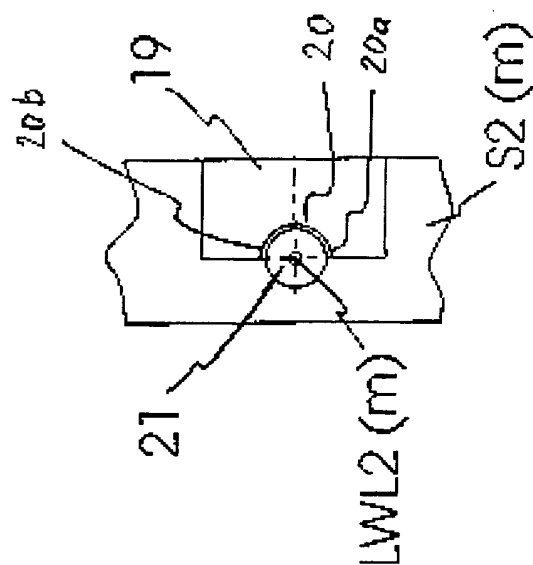


Fig. 3a

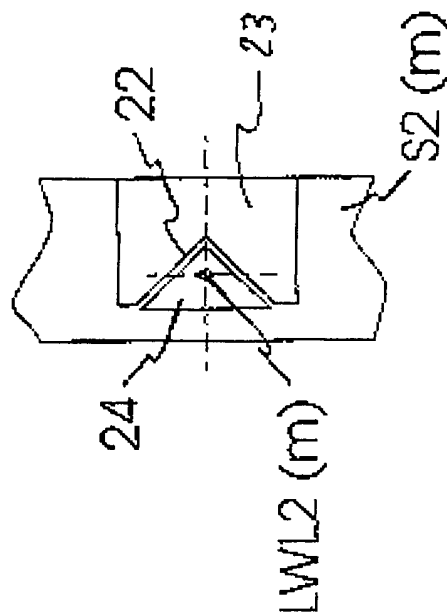


Fig. 3b

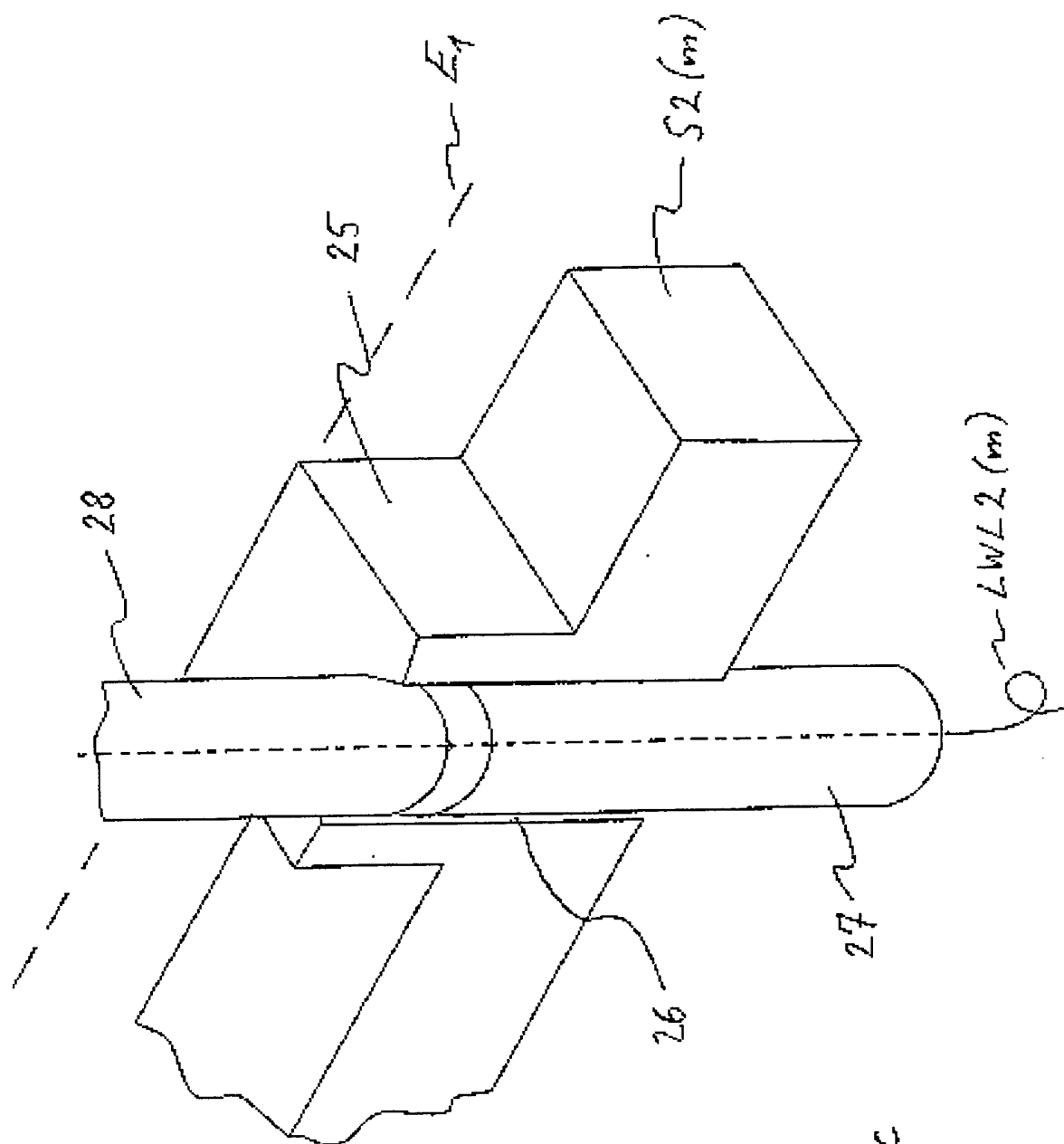


Fig. 3c

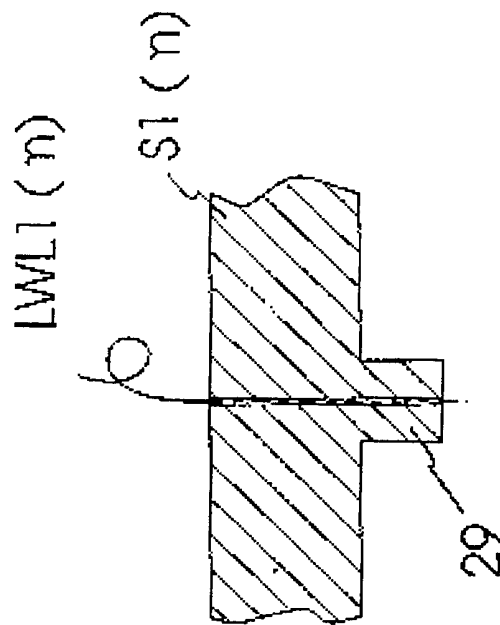


Fig. 3d

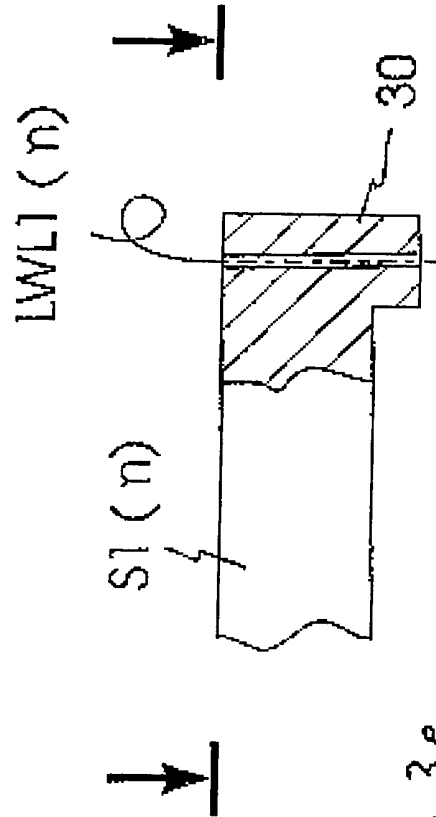


Fig. 3e

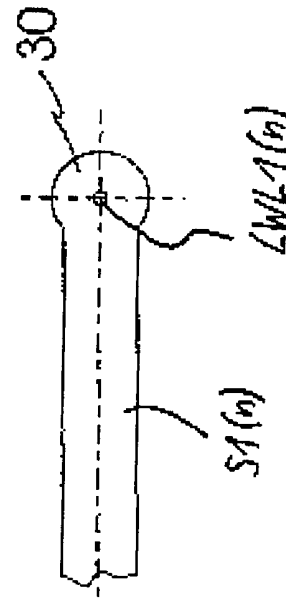


Fig. 3f

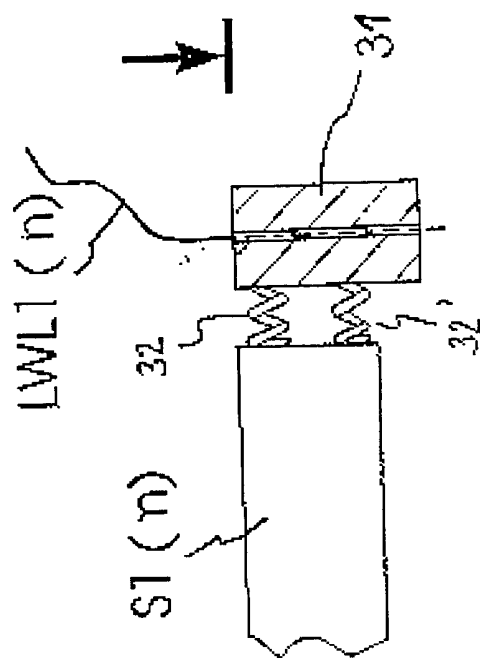


Fig. 3g

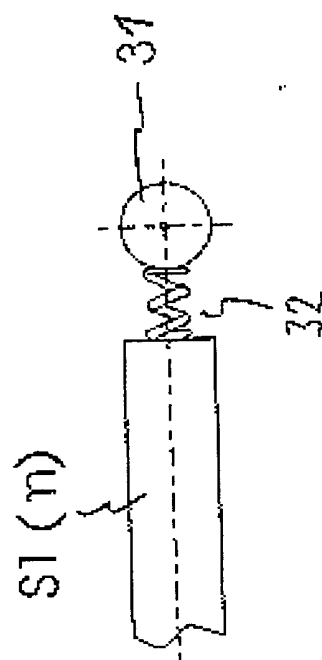


Fig. 3h

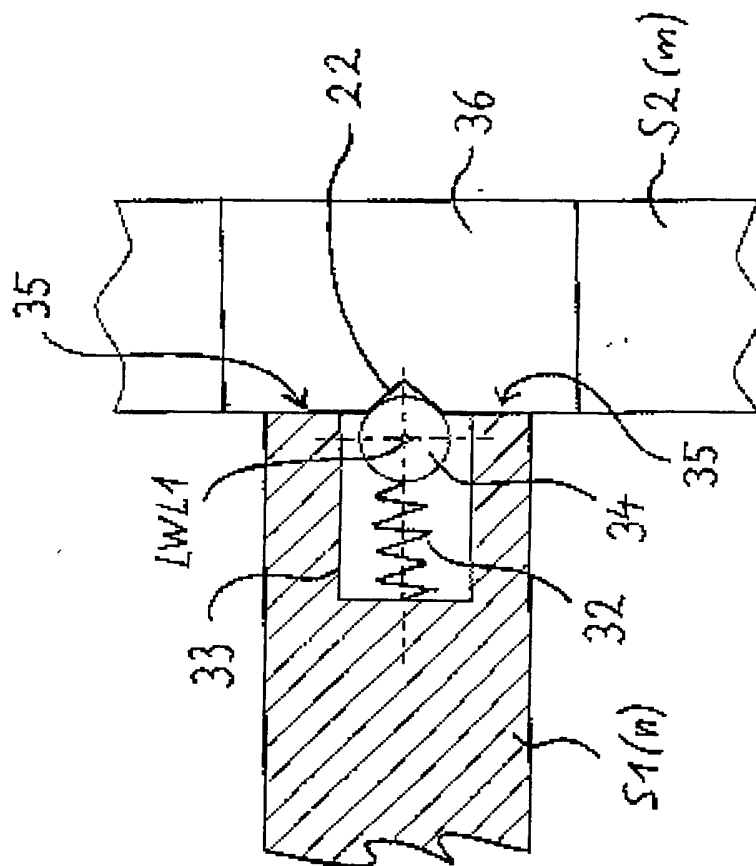


Fig. 31

